



(19) 中華民國智慧財產局

(12) 發明說明書公告本

(11) 證書號數：TW I411213 B

(45) 公告日：中華民國 102 (2013) 年 10 月 01 日

(21) 申請案號：100106258

(22) 申請日：中華民國 100 (2011) 年 02 月 24 日

(51) Int. Cl. : **H02M3/156 (2006.01)****G05F1/46 (2006.01)**

(71) 申請人：立錡科技股份有限公司 (中華民國) RICHTEK TECHNOLOGY CORP (TW)

新竹縣竹北市台元街 20 號 5 樓

(72) 發明人：陳安東 CHEN, AN TUNG (TW) ; 楊智皓 YANG, CHIH HAO (TW)

(74) 代理人：黃重智

(56) 參考文獻：

TW 200539555A

US 7482793B2

US 2009/0174380A1

US 2010/0270995A1

審查人員：陳德修

申請專利範圍項數：7 項 圖式數：6 共 0 頁

(54) 名稱

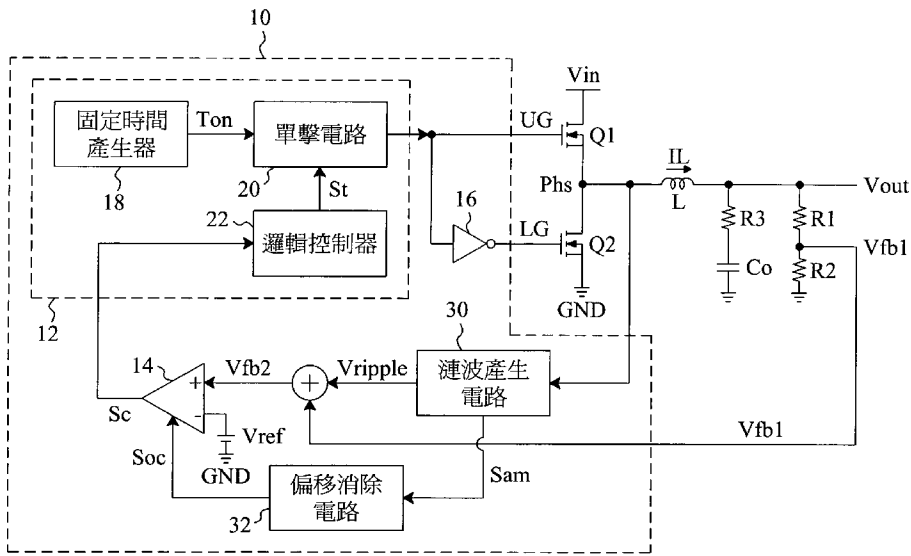
漣波調節器的控制電路及方法

CONTROL CIRCUIT AND METHOD FOR A RIPPLE REGULATOR

(57) 摘要

一種漣波調節器的控制電路包括漣波產生電路及偏移消除電路，該漣波產生電路提供漣波信號使該漣波調節器能兼顧小漣波及迴路穩定性，此外該漣波產生電路也提供漣波資訊給偏移消除電路，該漣波資訊正比於該漣波信號的振幅，該偏移消除電路根據該漣波資訊產生偏移消除信號以改善該漣波調節器的輸出電壓因該漣波信號而產生的偏移。

A control circuit for a ripple regulator includes a ripple generation circuit and an offset cancellation circuit. The ripple generation circuit provides a ripple signal for the ripple regulator to have small ripple and better loop stability. The ripple generation circuit also provides a ripple information in proportion to the amplitude of the ripple signal for the offset cancellation circuit to improve the output voltage offset of the ripple regulator that is caused by the ripple signal.



- 10 . . . 控制電路
- 12 . . . 脈寬調變控制
器
- 14 . . . 誤差比較器
- 16 . . . 反相器
- 18 . . . 固定時間產
生器
- 20 . . . 單擊電路
- 22 . . . 邏輯控制器
- 30 . . . 漣波產生電
路
- 32 . . . 偏移消除電
路

圖3

發明專利說明書

(本說明書格式、順序，請勿任意更動，※記號部分請勿填寫)

※申請案號： 100506258

※申請日： 100.2.24

※IPC 分類： H02M 3/156 (2006.01)
G05F 1/46 (2006.01)

一、發明名稱：(中文/英文)

漣波調節器的控制電路及方法/CONTROL CIRCUIT AND METHOD
FOR A RIPPLE REGULATOR

二、中文發明摘要：

一種漣波調節器的控制電路包括漣波產生電路及偏移消除電路，該漣波產生電路提供漣波信號使該漣波調節器能兼顧小漣波及迴路穩定性，此外該漣波產生電路也提供漣波資訊給偏移消除電路，該漣波資訊正比於該漣波信號的振幅，該偏移消除電路根據該漣波資訊產生偏移消除信號以改善該漣波調節器的輸出電壓因該漣波信號而產生的偏移。

三、英文發明摘要：

A control circuit for a ripple regulator includes a ripple generation circuit and an offset cancellation circuit. The ripple generation circuit provides a ripple signal for the ripple regulator to have small ripple and better loop stability. The ripple generation circuit also provides a ripple information in proportion to the amplitude of the ripple signal for the offset cancellation circuit to improve the output voltage offset of the ripple regulator that is caused by the ripple signal.

四、指定代表圖：

(一)本案指定代表圖為：第(3)圖。

(二)本代表圖之元件符號簡單說明：

- 10 控制電路
- 12 脈寬調變控制器
- 14 誤差比較器
- 16 反相器
- 18 固定時間產生器
- 20 單擊電路
- 22 邏輯控制器
- 30 漣波產生電路
- 32 偏移消除電路

五、本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式：

六、發明說明：

【發明所屬之技術領域】

本發明係有關一種漣波調節器，特別是關於一種漣波調節器的控制電路及方法。

【先前技術】

在固定導通時間(Constant On Time; COT)或磁滯模式(hysteretic mode)的自行計時(self-clocking)直流對直流轉換器中，脈寬調變信號的產生係依賴輸出電壓上的漣波做觸發控制。較大的漣波可以讓迴路的穩定性提升，但是可能超出轉換器的規範。相反的，較小的漣波可以符合規範的要求，但卻可能破壞迴路的穩定性。因此，擁有小的輸出電壓漣波而又不喪失迴路的穩定性是一項具有挑戰性的工作。

如圖 1 所示，傳統的 COT 漣波調節器包括一對高壓側元件 Q1 和低壓側元件 Q2 經相節點 Phs 連接在電壓輸入端 Vin 和地端 GND 之間，控制電路 10 提供脈寬調變信號 UG 及 LG 分別控制高壓側元件 Q1 及低壓側元件 Q2 以調節對輸出穩壓電容 Co 充電的電感電流 IL，進而控制輸出電壓 Vout，電阻 R1 及 R2 組成的分壓器分壓輸出電壓 Vout 產生回授電壓 Vfb1 給控制電路 10，電阻 R3 係輸出穩壓電容 Co 的等效串聯電阻 (Effective Series Resistance; ESR)。在控制電路 10 中，誤差比較器 14 比較回授電壓 Vfb1 及參考電壓 Vref 產生比較信號 Sc，脈寬調變控制器 12 根據比較信號 Sc 觸發脈寬調變信號 UG 以控制高壓側元件 Q1，反相器 16 將信號 UG 反相產生脈

寬調變信號 LG 以控制低壓側元件 Q2。在脈寬調變控制器 12 中，固定時間產生器 18 決定脈寬調變信號 UG 的固定時間 Ton，邏輯控制器 22 根據比較信號 Sc 產生觸發信號 St 給單擊電路 20 以觸發脈寬調變信號 UG。

圖 2 係圖 1 的電路的波形圖，用以說明 COT 漣波調節器的運作方式。參照圖 1 及圖 2，在時間 t1 時，回授電壓 Vfb1 降到低於參考電壓 Vref，因此比較信號 Sc 由高準位轉為低準位，邏輯控制器 22 因而產生觸發信號 St 以觸發脈寬調變信號 UG 使高壓側元件 Q1 打開(turn on)固定時間 Ton，在高壓側元件 Q1 打開期間，回授電壓 Vfb1 上升，在固定時間 Ton 結束後，高壓側元件 Q1 關閉(turn off)而低壓側元件 Q2 打開，回授電壓 Vfb1 下降，當回授電壓 Vfb1 再次降到低於參考電壓 Vref 時，高壓側元件 Q1 再次打開固定時間 Ton。如此週期性地運作，使得 COT 漣波調節器的輸出電壓 Vout 穩定在設定值。

然而，若使用陶瓷(ceramic)電容作為輸出穩壓電容 Co，因為其等效串聯電阻 R3 很小，所以輸出電壓 Vout 及回授電壓 Vfb1 的漣波也會很小，甚至可以視為直流信號，導致 COT 漣波調節器幾乎不可能運作在穩定的狀況下。

【發明內容】

本發明的目的之一，在於提出一種使漣波調節器具有小漣波及高迴路穩定性的控制電路及方法。

本發明的目的之一，在於提出一種改善漣波調節器的輸出電壓偏移的控制電路及方法。

根據本發明，一種漣波調節器的控制電路包括誤差比較器比較參考電壓以及與該漣波調節器的輸出電壓相關的回授電壓產生比較信號，脈寬調變控制器根據該比較信號觸發脈寬調變信號以控制電感電流，漣波產生電路提供與該電感電流同步且同相的漣波信號疊加到該參考電壓或回授電壓上，以提升迴路穩定性，以及偏移消除電路從該漣波產生電路取得正比於該漣波信號的振幅之漣波資訊產生偏移消除信號給該誤差比較器，以改善該輸出電壓因該漣波信號而產生的偏移。

根據本發明，一種漣波調節器的控制方法包括比較參考電壓以及與該漣波調節器的輸出電壓相關的回授電壓產生比較信號，供觸發脈寬調變信號以控制電感電流，提供與該電感電流同步且同相的漣波信號疊加到該回授電壓或參考電壓上，以提升迴路穩定性，以及取得正比於該漣波信號的振幅的漣波資訊，並據以產生偏移消除信號以改善該輸出電壓因該漣波信號而產生的偏移。

【實施方式】

圖 3 係以圖 1 的電路為基礎設計的實施例，其中輸出穩壓電容 C_o 的等效串聯電阻 R_3 很小，因此回授電壓 V_{fb1} 的漣波很小，可視為直流信號，如圖 4 的波形 36 所示。在圖 3 的控制電路 10 中，除了圖 1 的脈寬調變控制器 12、誤差比較器 14 及反相器 16 之外，還包括漣波產生電路 30 及偏移消除電路 32。漣波產生電路 30 根據相節點 Phs 的電壓產生與電感電流 I_L 同步且同相的漣波信號 V_{ripple} 給誤差比較器 14 的正輸入

端，漣波信號 V_{ripple} 疊加到回授電壓 V_{fb1} 上產生具有大漣波的回授電壓 V_{fb2} ，如圖 4 的波形 34 所示，進而解決因等效串聯電阻 $R3$ 太小而造成迴路不穩定的問題。在其他實施例中，漣波信號 V_{ripple} 也可以改為給誤差比較器 14 的負輸入端而疊加到參考電壓 V_{ref} 上。圖 3 的 COT 漣波調節器係以回授電壓 V_{fb2} 觸發脈寬調變信號 UG ，因此在迴路穩定時，如圖 4 的波形 36 所示，回授電壓 V_{fb1} 並不等於參考電壓 V_{ref} ，而是等於 $V_{ref} + \Delta V$ ，其中 ΔV 等於漣波信號 V_{ripple} 的振幅，這將導致輸出電壓 V_{out} 與設定值有所偏移，此偏移量在較精密的系統中可能超出規格書的規範。在圖 3 的電路中，由於可以從漣波產生電路 30 得知漣波信號 V_{ripple} 的漣波資訊 S_{am} ，故偏移消除電路 32 根據漣波資訊 S_{am} 產生偏移消除信號 S_{oc} 給誤差比較器 14，以改善輸出電壓 V_{out} 因漣波信號 V_{ripple} 而產生的偏移，其中漣波資訊 S_{am} 正比於漣波信號 V_{ripple} 的振幅 ΔV 。偏移消除信號 S_{oc} 可以提供給誤差比較器 14 的正輸入端或負輸入端以平移回授電壓 V_{fb2} 或參考電壓 V_{ref} ，也可以用來調整誤差比較器 14 內部的偏移參數。

圖 5 係漣波產生電路 30 的實施例，其中由電阻 R_A 及電容 C_A 組成的低通濾波器 38 用以濾除相節點 Phs 的電壓的高頻成分產生信號 V_A ，當高壓側元件 $Q1$ 打開而低壓側元件 $Q2$ 關閉時，相節點 Phs 的電壓等於 V_{in} 並經由電阻 R_A 對電容 C_A 充電，當高壓側元件 $Q1$ 關閉而低壓側元件 $Q2$ 打開時，電容 C_A 的電荷經由電阻 R_A 放電，故信號 V_A 近似三角波且與電感電流 I_L 同步且同相。由電阻 R_B 及電容 C_B 組成的低通濾

波器 40 用以濾除信號 VA 的交流成分產生信號 VB，信號 VB 為信號 VA 的平均值。轉導放大器 42 具有正輸入端及負輸入端分別接受信號 VA 及 VB，根據二者之間的差值產生與電感電流 I_L 同步且同相的轉導電流 $I_1 = g_m \times (V_A - V_B)$ ， g_m 係轉導放大器 42 的轉導係數。電阻 R4 連接在誤差比較器 14 及節點 Vfb1 之間，因應轉導電流 I_1 產生漣波信號 Vripple 疊加到回授電壓 Vfb1 上產生回授電壓 Vfb2。

從圖 5 可知，漣波信號 Vripple 的漣波是由信號 VA 及 VB 之間的壓差乘上 $g_m \times R_4$ 而產生的，由於 R4 為定值，因此只要把 $|g_m \times (V_A - V_B)|$ 的最大值之資訊送到偏移消除電路 32，便可減少因漣波信號 Vripple 而造成的偏移量。圖 6 係偏移消除電路 32 的實施例，其包括電流源 44 根據漣波資訊 Sam 產生偏移電流 $I_2 = g_m \times V_F$ ，其中 V_F 正比於 $|V_A - V_B|$ 的最大值，電阻 RF 連接在誤差比較器 14 的負輸入端及參考電壓端 Vref 之間，因應偏移電流 I_2 產生偏移消除信號 Soc 以平移參考電壓 Vref，進而減小輸出電壓 Vout 的偏移量。參照圖 4、圖 5 及圖 6，漣波信號 Vripple 的漣波等於 $g_m \times R_4 \times (V_A - V_B)$ ，因此回授電壓 Vfb1 與參考電壓 Vref 之間的偏移量 ΔV 等於 $|0.5 \times g_m \times R_4 \times (V_A - V_B)|$ 的最大值，若設定偏移消除信號 $Soc = I_2 \times R_F = \Delta V$ ，便可將輸出電壓 Vout 的偏移量完全消除。

以上對於本發明之較佳實施例所作的敘述係為闡明之目的，而無意限定本發明精確地為所揭露的形式，基於以上的教導或從本發明的實施例學習而作修改或變化是可能的，實施例係為解說本發明的原理以及讓熟習該項技術者以各種實施例

利用本發明在實際應用上而選擇及敘述，本發明的技術思想企圖由以下的申請專利範圍及其均等來決定。

【圖式簡單說明】

- 圖 1 係傳統的 COT 漣波調節器；
- 圖 2 係圖 1 的電路的波形圖；
- 圖 3 係本發明的實施例；
- 圖 4 係圖 3 的電路的波形圖；
- 圖 5 係圖 3 中的漣波產生電路的實施例；以及
- 圖 6 係圖 3 中的偏移消除電路的實施例。

【主要元件符號說明】

- 10 控制電路
- 12 脈寬調變控制器
- 14 誤差比較器
- 16 反相器
- 18 固定時間產生器
- 20 單擊電路
- 22 邏輯控制器
- 30 漣波產生電路
- 32 偏移消除電路
- 34 回授電壓 V_{fb2}
- 36 回授電壓 V_{fb1}
- 38 低通濾波器

40 低通濾波器

42 轉導放大器

44 電流源

七、申請專利範圍：

1. 一種連波調節器的控制電路，該連波調節器包含高壓側元件及低壓側元件經相節點連接在一起，因應脈寬調變信號以控制電感電流對輸出穩壓電容充電產生輸出電壓，該控制電路包括：

誤差比較器，具有二輸入端分別接受參考電壓以及與該輸出電壓相關的回授電壓，以及一輸出端提供比較信號；

脈寬調變控制器，連接該誤差比較器，根據該比較信號觸發該脈寬調變信號；

連波產生電路，連接該相節點，根據該相節點的電壓產生與該電感電流同步且同相的連波信號給該誤差比較器的二輸入端其中之一；以及

偏移消除電路，連接該連波產生電路及誤差比較器，從該連波產生電路取得正比於該連波信號的振幅之連波資訊產生偏移消除信號給該誤差比較器，以改善該輸出電壓因該連波信號而產生的偏移。

2. 如請求項 1 之控制電路，其中該連波產生電路包括：

第一低通濾波器，連接該相節點，濾除該相節點的電壓的高頻成分，產生與該電感電流同步且同相的第一信號；

第二低通濾波器，連接該第一低通濾波器，濾除該第一信號的交流成分產生第二信號；

轉導放大器，連接該第一及第二低通濾波器，根據該第一

及第二信號之間的差值產生與該電感電流同步且同相的轉導電流；

電阻，連接該轉導放大器，因應該轉導電流產生該漣波信號。

3. 如請求項 1 之控制電路，其中該偏移消除電路提供該偏移消除信號給該誤差比較器的二輸入端其中之一，以平移該參考電壓或回授電壓。
4. 如請求項 1 之控制電路，其中該偏移消除電路提供該偏移消除信號給該誤差比較器，以調整該誤差比較器的偏移參數。
5. 如請求項 1 之控制電路，其中該偏移消除電路包括：

電流源，連接該漣波產生電路，根據該漣波資訊提供偏移電流，該偏移電流正比於該漣波信號的振幅；以及

電阻，連接該電流源，因應該偏移電流產生該偏移消除信號。
6. 一種漣波調節器的控制方法，該漣波調節器包含高壓側元件及低壓側元件經相節點連接在一起，因應脈寬調變信號以控制電感電流對輸出穩壓電容充電產生輸出電壓，該控制方法包括下列步驟：
 - (A)比較參考電壓以及與該輸出電壓相關的回授電壓產生比較信號，供觸發該脈寬調變信號；
 - (B)偵測該相節點的電壓產生與該電感電流同步且同相的漣波信號疊加到該回授電壓或參考電壓上；以及
 - (C)取得正比於該漣波信號的振幅的漣波資訊，並據以產生偏移消除信號以改善該輸出電壓因該漣波信號而

產生的偏移。

7. 如請求項 6 之控制方法，其中該步驟 B 包括：

濾除該相節點的電壓的高頻成分，產生與該電感電流同步

且同相的第一信號；

濾除該第一信號的交流成分，產生第二信號；以及

根據該第一及第二信號之間的差值產生該漣波信號。

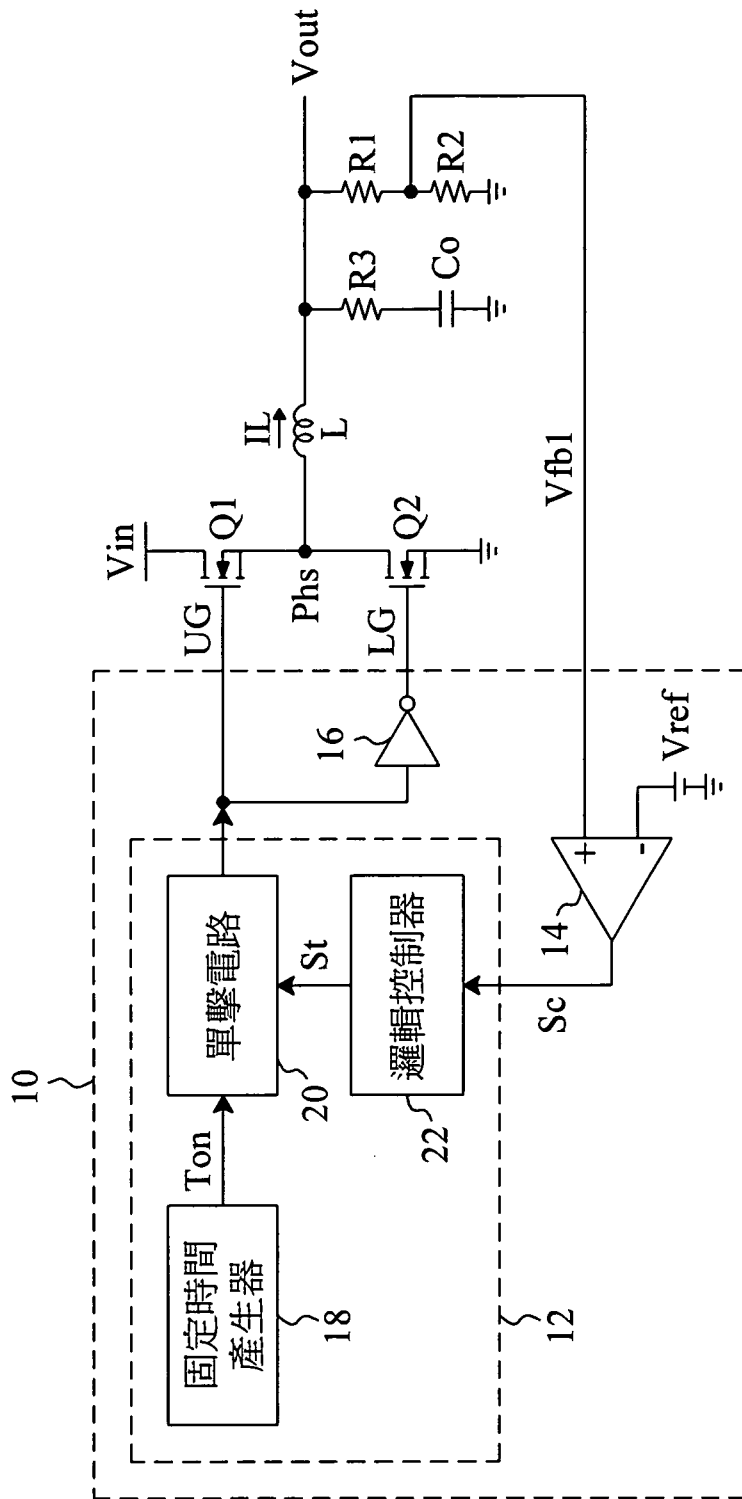


圖1
先前技術

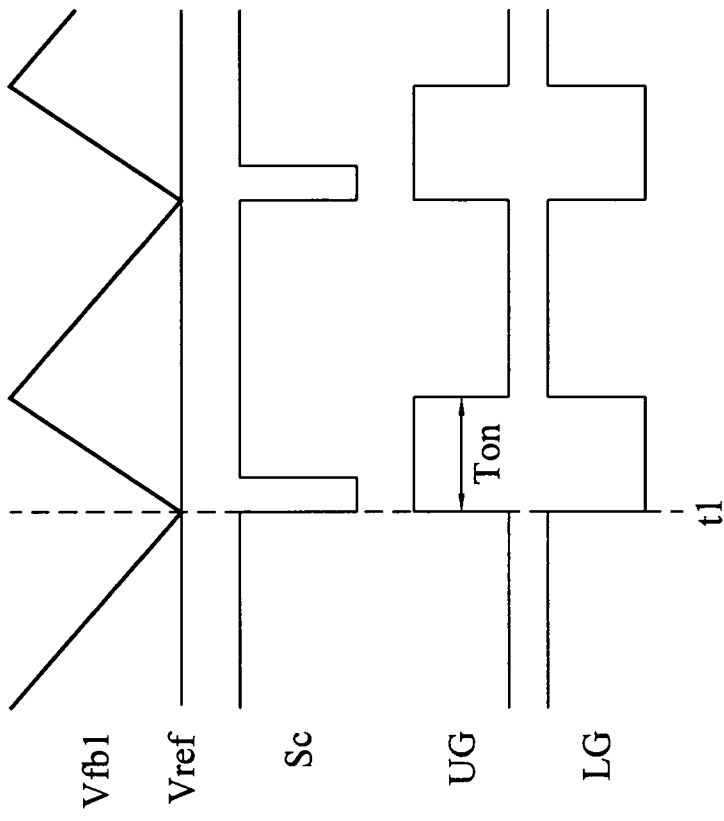


圖2
先前技術

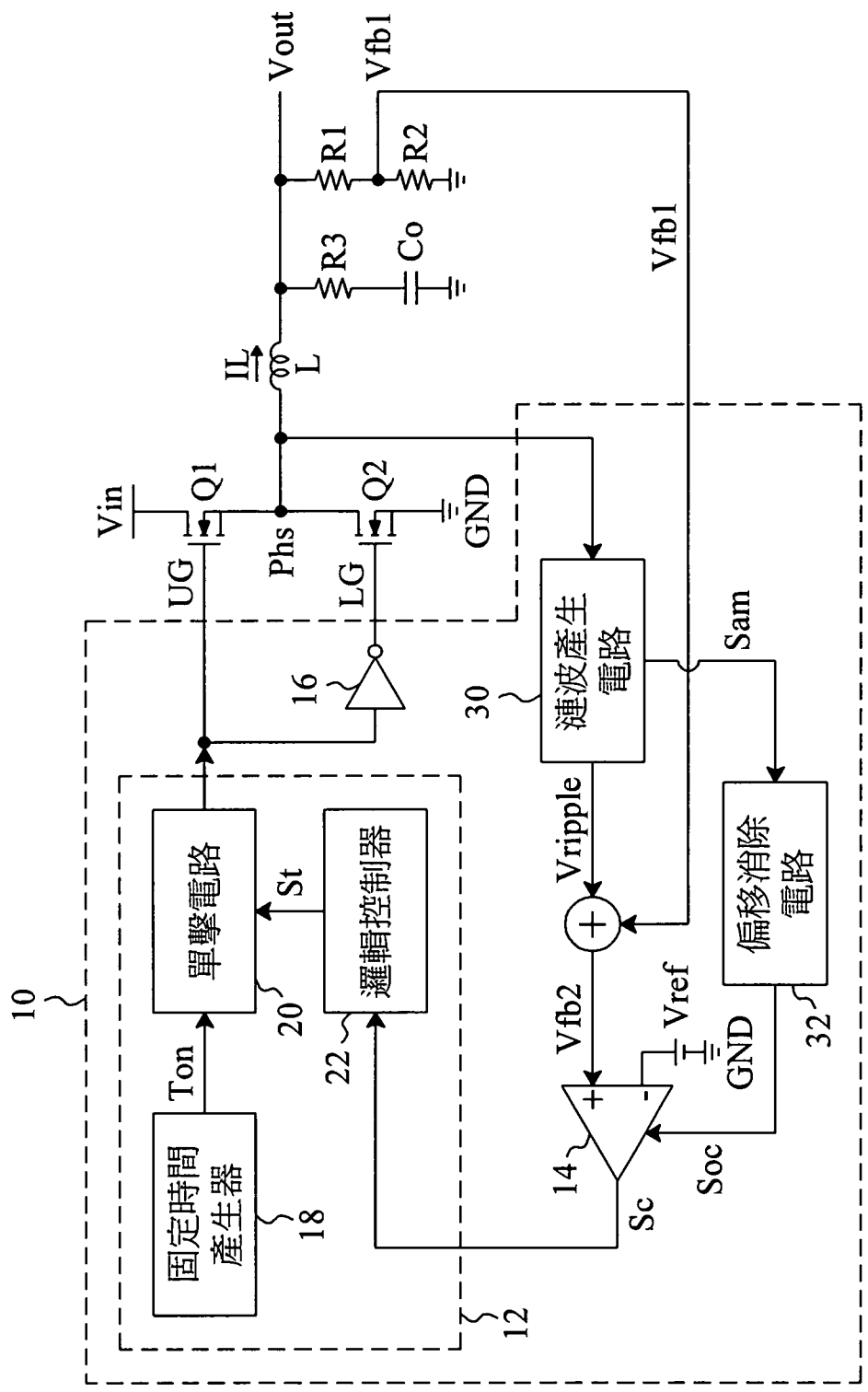


圖3

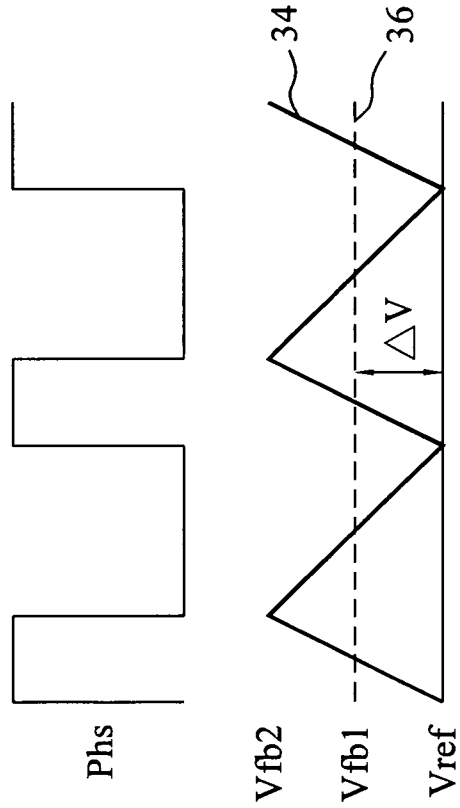


圖4

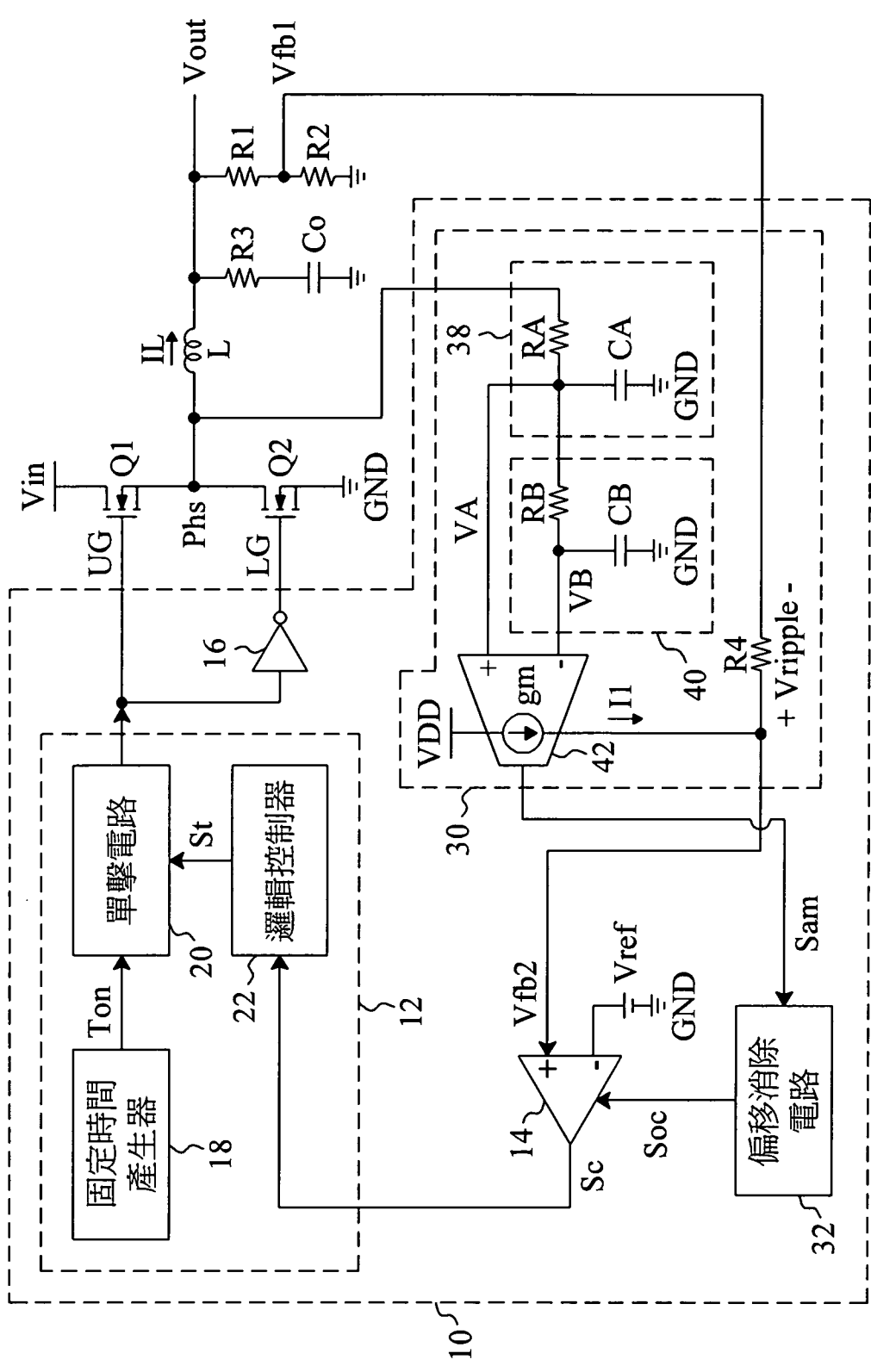


圖5

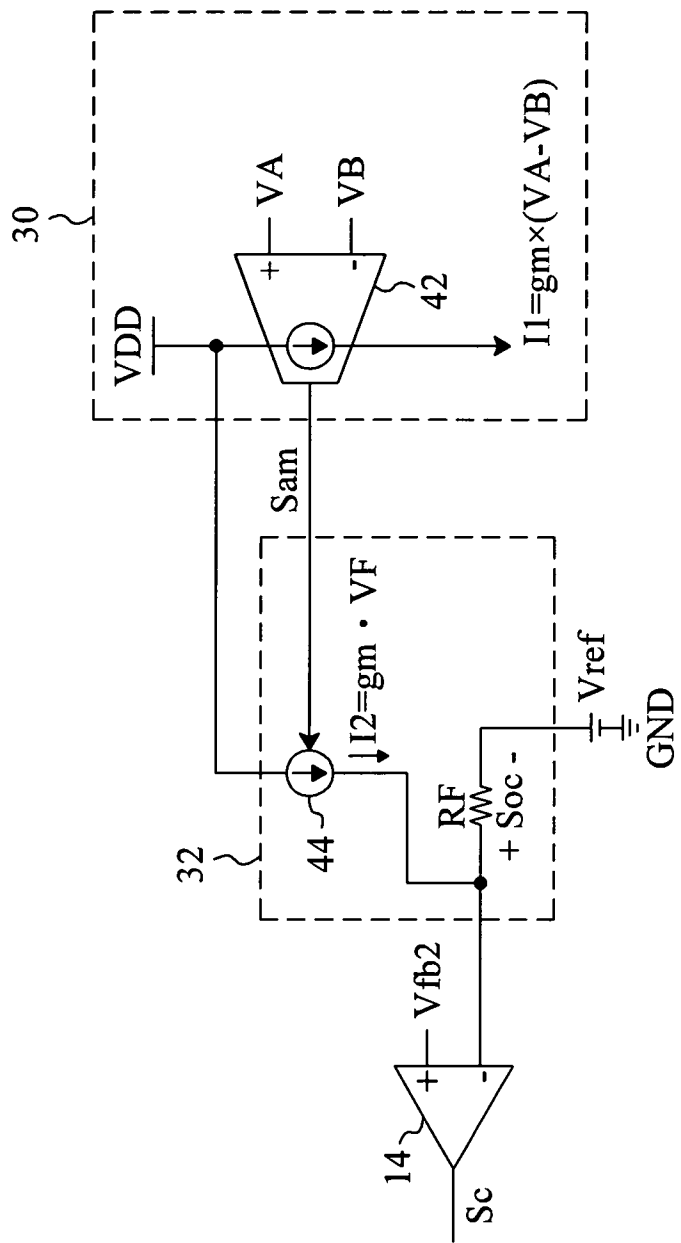


圖6